

## ⑫ 公開特許公報(A) 昭60-255930

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)12月17日

C 21 D 9/50  
B 23 K 31/007047-4K  
6579-4E

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 枝付管の溶接部における残留応力改善のための加熱方法及び加熱装置

⑯ 特 願 昭59-109600

⑰ 出 願 昭59(1984)5月31日

⑱ 発 明 者 猪 野 利 雄 横浜市鶴見区尻手3-6-30

⑲ 発 明 者 前 之 園 司 横浜市金沢区六浦町1816

⑳ 発 明 者 吉 田 和 夫 横浜市磯子区新中原町1番地 石川島播磨重工業株式会社  
横浜第一工場内

㉑ 出 願 人 第一高周波工業株式会社 東京都中央区築地1丁目13番10号

㉒ 出 願 人 石川島播磨重工業株式会社 東京都千代田区大手町2丁目2番1号

㉓ 代 理 人 弁理士 小泉 良邦  
最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

枝付管の溶接部における残留応力改善のための  
加熱方法及び加熱装置

## 2. 特許請求の範囲

1 枝付管の母管と枝管との溶接部を含む部分を高周波誘導コイルにより囲繞し、該高周波誘導コイルに通電し加熱することによる前記溶接部における残留応力改善のための加熱方法において、高周波誘導コイルに、加熱すべき、前記溶接部を含めた母管及び枝管部分全体に対応する形状で、該母管及び枝管部分全体に対し均一若しくは略均一な磁束密度の分布を与えることができるものを用いることにより、前記母管及び枝管部分全体を所望の温度に均一若しくは略均一に加熱することを特徴とする枝付管の溶接部における残留応力改善のための加熱方法。

2 主として導電性の管材より成り、枝付管の母管と枝管との溶接部を含む部分を囲繞し、通電されて該部分を加熱する前記溶接部における残留応

力改善のための加熱装置において、高周波誘導コイルを、枝付管の溶接部分に対応する形状で電流の流れ方向をそろえた高周波誘導コイルを少くとも二分割した複数のコイル構成部材から、加熱すべき、溶接部を含めた母管及び枝管部分全体に対応するものを選択すると共に適宜の連結材を介し又は介さないで結合させ、該母管及び枝管部分全体に対し均一若しくは略均一な磁束密度の分布を与えるように形成することにより、前記部分全体を所望の温度に均一若しくは略均一に加熱できるようにしたことを特徴とする枝付管の溶接部における残留応力改善のための加熱装置。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は工業プラントなどの配管系、殊に建設中或は運転中の原子力発電プラントにおける枝付管等の溶接部及びその近傍に、誘導加熱による残留応力改善処理を施す際の加熱方法及びその加熱装置に関するものである。

近時、殊に建設中或は運転中の原子力発電プラントの配管系における溶接継手部分に配管時の溶

接加工の熱による悪影響を受けてその管の内面に残留した引張応力を解消させたり圧縮側に移行させるための残留応力改善処理（以下、IHSIという）が行なわれている。

このIHSIは、前記したような配管においては、その溶接の際に溶接部に対し部分的に多大の熱が与えられて残留応力が発生し、配管の強度が低下すると共に腐蝕が促進する傾向にあって、例えば原子力プラント配管系（殊にオーステナイト系ステンレス304使用の配管系）では、この溶接継手部をそのままの状態として当該プラントを稼働させると、高温高压の流体が流通することと、その流体が高腐蝕性のものであること、及び、繰り返し熱応力が発生することから、溶接時の熱影響によって溶接部の近傍に生じた残留応力である引張応力が上記環境に重疊的に作用して疲労強度の低下を招き、更に、材料の結晶粒界に析出したクロム炭化物の作用により耐腐蝕性が低下し、粒界応力腐蝕割れが生じることが判明したので、この粒界応力腐蝕割れ対策の一つとして行われるもので

ある。

而して、上記IHSIは、溶接部近傍の管の内面に生じた引張応力を解消したり圧縮側に移行させるため、管内面を流体により冷却しながら溶接部近傍のみをその外側から適宜加熱手段で局部的に加熱し、その加熱された部分における管の内厚の内外面で応力改善に必要な温度差を付与することにより、加熱部に臨界点以上の熱応力を発生させた後、その部分を管内に流体を流した状態で常温に冷却して前記内外面での温度差を無くすように行われるものであるが、実際のプラント中の配管系にこの処理を施するには、次に述べるような問題がある。

即ち、母管と枝管とを適宜角度を付して直接溶接した通常の枝付管の当該溶接部や、所謂管台（母管に適宜径及び厚みの短管状部材を溶接したもの）に枝管を溶接した構造の枝付管の双方の溶接部（前記した通常の枝付管の溶接部と併せて、以下単に溶接部という）近傍に対し、有効なIHSIの効果をもたらすとして特許出願されている装置

には、例えば第1図乃至第3図に示したようなものがあるが、いずれもIHSIを完全には施することはできないのであって、まず、第1図に示した装置Aは、一見して判る通り巻線構成が複雑であり、しかも最も重要な溶接部aで電流の流れ方向が母管の円周方向から枝管の円周方向又はその逆に交差しているために磁束密度の分布が不均一となり、そのため温度制御性が悪く均一な温度分布を得るのが困難であるから、IHSIを施すべき枝付管の各寸法がそれぞれ異なっていることもあって、現実には、実測データに基いて現物と同一形状をなす実物模型を予め製作し、この模型について誘導子の形状等を種々変更し乍ら、適正な加熱を実現出来る誘導子の形状等を探索するといった所謂モックアップテストを通じて適正な誘導子を作製しているから、製作に多大な時間及び費用を要するという欠点があるのである。

又、第2図に示した装置Bも上記Aと同様の理由で温度分布のバランスが悪く、しかも溶接部b<sub>1</sub>での巻線構造が複雑にならざるを得ないので、再

現性に乏しく均一な温度分布を実現するのは困難なことが判明している。

尚、この装置Bでは、温度制御性を高めるために、電流の流れ方向が変わる部分b<sub>1</sub>、b<sub>2</sub>において管との間にコイルと一体にして用いる強磁性体b<sub>3</sub>、b<sub>4</sub>を挿入し、これにより均一な温度分布が得られるように設計されてはいるが、前記装置Aと同様にモックアップテストを必要とし、これにより前記強磁性体b<sub>3</sub>、b<sub>4</sub>の大きさ、位置等を決定しなければならないという問題点がある。

更に、第3図に示した装置Cは導電体C<sub>1</sub>がまず枝管を中心として溶接部を被うように同心円状に巻回され、次いで母管を被うように巻回されている点で前記装置A、Bと相違するが、母管全体を被うようには巻回されていないので、枝管に対応する母管の下部C<sub>2</sub>が非加熱領域となってしまう、応力のバランスがくずれることにより溶接部分の応力が圧縮から引張りに変化してIHSIによる効果が相殺されてしまう。

即ち、残留応力の生じていない部分まで含めて、

溶接部近傍の一定範囲を全体的に加熱することができないということは、IHSIに著しい悪影響を与えるのであって、例えば第4図Iに示したような管台WをコイルKにより母管まで含めてその全体を一様に加熱すると共に内面は冷却液により冷却した場合にはじめて加熱後の内外面に生じた温度差により該管台Wを構成する母管及び枝管の内面には圧縮、外面には引張りという残留応力とは正反対の応力を働せることのできるのであるが、これは、枝管の肉厚の中心までの半径を $r$ 、肉厚を $t$ 、母管の半径を $R$ 、肉厚を $t_1$  ( $r > t_1 > t$ )として、同図IIのように当該管台Wを枝管 $V_1$ と母管 $V_2$ とに分けて考えた場合、それぞれの端部 $V_3$ 、 $V_4$ には等しく

$$M_0 = \frac{t^2 \cdot E \cdot \alpha \cdot \Delta T}{12(1-\nu)}$$

但し、 $E$ はヤング係数、 $\alpha$ は線膨張係数、 $\Delta T$ は内外温度差、

$\nu$ はポアソン比を示す

なるモーメント $M_0$ が矢印方向に働くから、実際の

母管及び枝管部分全体に対応する形状で、該母管及び枝管部分全体に対し均一若しくは略均一な磁束密度の分布を与えることができるものを用いることにより、前記母管及び枝管部分全体を所望の温度に均一若しくは略均一に加熱することを特徴とするものであり、又、その装置の構成は、主として導電性の管材より成り、枝付管の母管と枝管との溶接部を含む部分を囲繞し、通電されて該部分を加熱する前記溶接部における残留応力改善のための加熱装置において、高周波誘導コイルを、枝付管の溶接部分に対応する形状で電流の流れ方向をそろえた高周波誘導コイルを少くとも二分割した複数のコイル構成部材から、加熱すべき、溶接部を含めた母管及び枝管部分全体に対応するものを選択すると共に適宜の連結材を介し又は介さないで結合させ、該母管及び枝管部分全体に対し均一若しくは略均一な磁束密度の分布を与えるように形成することにより、前記部分全体を所望の温度に均一若しくは略均一に加熱できるようにしたことを特徴とするものである。

管台Wの接合部分では該モーメント $M_0$ が平衡することにより、上述した応力となって表われるものである。

然るに、枝管が一様に加熱され、母管が部分的にしか加熱されない場合は、枝管部側及び母管部側に生ずる曲げモーメントの値に差が生じ、前記した双方が $M_0$ で平衡している状態がくずれるから、母管部側溶接部分が枝管部側に引張られ、溶接部分の内面応力が引張りとなってIHSIは達成されないことになってしまう。

本発明は上述した枝付管のIHSIに際する従来技術の難点を解消し、更に進んで温度制御の容易化、巻線方法の簡素化及びIHSIの有効性を高めることのできる加熱方法及び加熱装置を提供することを目的となされたもので、その方法の構成は、枝付管の母管と枝管との溶接部を含む部分を高周波誘導コイルにより囲繞し、該高周波誘導コイルに通電し加熱することによる前記溶接部における残留応力改善のための加熱方法において、高周波誘導コイルに、加熱すべき、前記溶接部を含めた

即ち、本発明は枝付管の溶接部を含めた母管及び枝管部分全体をある範囲にわたって全体的に均一若しくは略均一に加熱することにより従来のIHSIの難点を解消しようとするものであって、いまその一例を図に拠り説明すれば次のようになる。

第5図において、1は母管2に対し管台部材3を溶接4した管台に枝管5を溶接6することにより形成した枝付管で、前述したように該枝付管1の両溶接部4、6に残留応力が発生している。

7は前記枝付管1に対しIHSIを施すための本発明装置の一例たる加熱コイルで、該加熱コイル7は前記両溶接部4、6近傍の母管2や枝管5等を一定範囲にわたって囲繞する形状のもので、建設中或いは運転中の工業プラントにおける枝付管1に取り付てIHSI処理することができるようにするため、まず母管2の中心線を含む水平面により上側部分8と下側部分9とに分割され、更に上側部分8は枝管側部分10と母管側部分11とに分割されると共にそれら两部分10、11がそれぞれ垂直方向に二分割されるようになっており、又、通電され

た場合に、それが囲繞している部分に対し均一若しくは略均一な磁束密度の分布を与えることができるようにするため、管台部材3や枝管5の部分においてはそれらの両方向に、又、母管2の部分においては枝管5を中心とする同心円状或いはうず巻き状とすると共にいずれの部分においても電流の流れ方向がそろうようにしてある。

而して、上記した加熱コイル7は、上述したような枝付管の加熱すべき部分に対応する形状で導電性の良好な素材によるパイプ等で形成した電気導体を、前述したように分割して得た複数のコイル片（図示せず）から、実際に加熱処理すべき枝付管1に対応するものを選択し、それらコイル片を機械的且つ電流の流れ方向をそろえて電気的に連結する構造の連結材12を介して結合し、必要に応じて内部に冷却液を通し冷却することができるようにしたり、又、絶縁性が良く且つ強度のある板材で補強することにより形成すれば良い。

尚、前記連結材12は必要不可欠のものではないし、又、加熱コイル7を構成するコイル片の電気

的な接続は直列でも並列でも良く、要はいずれの部分においても隣り合うコイルの電流の流れ方向がそろっていれば良い。

以上のように構成される加熱コイル7は次のように枝付管に対しIHSI処理を行う。

即ち、処理すべき枝付管1に対し加熱コイル7の各構成部材8、9、10、11を配設し、連結部材12を用いて連結組立ることにより該枝付管を囲繞し、必要に応じ加熱コイル7のパイプ内に冷却水を流通させつつ通電するのであり、前記加熱コイル7が前述したように枝付管1の両溶接部4、6を含んだ部分に対し均一な磁束密度の分布を与えるようになっているので、当該部分全体を所望の温度に均一に加熱することができ、従って、溶接時に生じていた残留応力を改善することができるのである。

又、該加熱コイル7は構成が簡単で、しかも分割式となっているので、種々の枝付管に対し幅広い温度制御をすることができる。

尚、本発明は、上記実施例で述べたような所謂

管台に枝管を溶接したものに限られず、母管に枝管を直接溶接した枝付管にも適用できること勿論である。

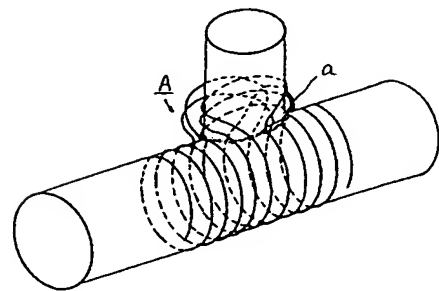
本発明は以上のとおりであるから、枝付管等の溶接部における残留応力改善のための加熱方法及び加熱装置として極めて優れている。

#### 4. 図面の簡単な説明

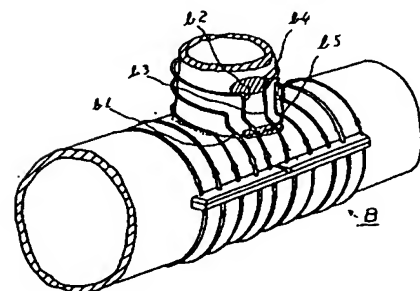
第1図乃至第3図は従来装置の斜視図、第4図は本発明の原理図、第5図は本発明の実施例を示す側面図である。

1…枝付管、2…母管、3…管台部材、4、6…溶接部、5…枝管、7…加熱コイル、12…連結部材

第1図

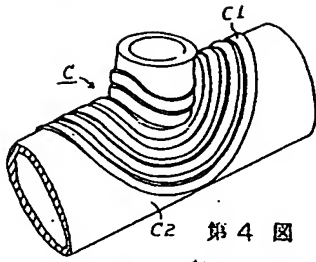


第2図

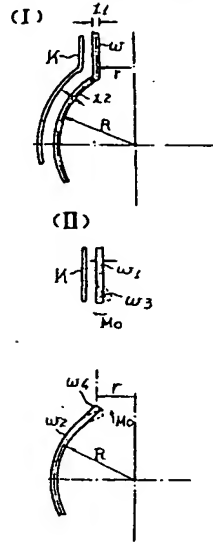


代理人 小 泉 良 邦

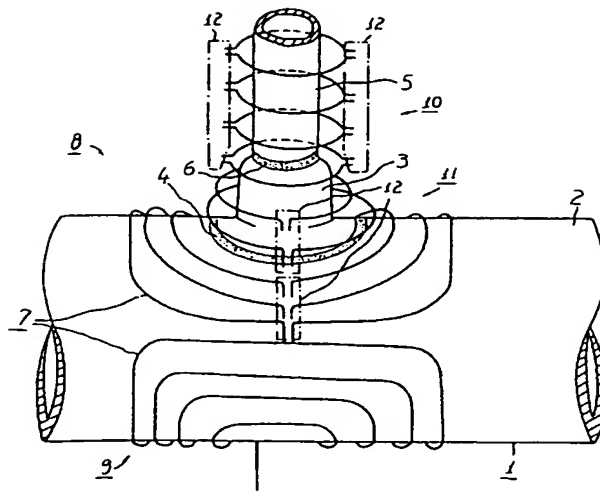
第 3 図



第 4 図



第 5 図



## 第 1 頁の続き

②発 明 者	寺 崎	雅 則	横浜市戸塚区庄戸 3-9-20
②発 明 者	栗 脇	哲 祥	横浜市磯子区新中原町 1 番地 石川島播磨重工業株式会社 横浜第一工場内
②発 明 者	古 賀	忠 夫	木更津市清見台南 5-10-4
②発 明 者	平 戸	実 治	横浜市磯子区新中原町 1 番地 石川島播磨重工業株式会社 横浜第一工場内

手続補正書(自発的)

電話 東京591-0885・8028

昭和60年 5月10日

特許庁長官 志 賀 学 殿

5. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」の欄

1. 事件の表示

昭和59年特許願第109600号

6. 補正の内容

明細書第7頁第11行の  $t_1/r > 1$  を

$t_1/r < 1$

に補正する。

2. 発明の名称

枝付管の溶接部における残留応力改善のための  
加熱方法及び加熱装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

東京都中央区築地1丁目13番10号

第一高周波工業株式会社

代表者 平 山 厚 生

東京都千代田区大手町二丁目2番1号

石川島播磨重工業株式会社

代表者 稲 葉 興 作

4. 代理人

郵便番号 105

東京都港区新橋2丁目5番6号 大村ビル

6502 小 泉 良 邦